

# РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА SAFT НА ЖЕСТКОЙ ЛОГИКЕ ДЛЯ УЗИ

Андронникова Ю.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Солдатов А.И., д. т. н, профессор кафедры промышленной и медицинской электроники

Дефектоскопия - одна из важных областей в неразрушающем контроле. Применение ультразвуковой (УЗ) диагностики широко распространено в промышленности и медицине. Большая популярность УЗ исследований дала бурное развитие методов и УЗ оборудования. В последнее время широкое распространение получило УЗ оборудование на основе фазированных решеток (ФР). Появилось много аппаратных средств для цифровой обработки сигналов. Существует несколько методов применения антенных решеток (АР): метод ФР и метод SAFT.

## Методы определения размеров дефектов

### 1.1. Метод фазированных решеток

Главная особенность технологии УЗ ФР – это управляемые компьютером амплитуда и фаза импульсов возбуждения отдельных пьезоэлементов. Возбуждение пьезоэлементов может осуществляться так, чтобы было возможно управлять углом, фокусным расстоянием, размером фокусного пятна (рис.1).

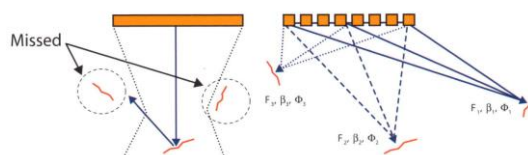


Рис. 1. Обнаружение дефектов одноэлементным (слева) и многоэлементным (справа) преобразователем.

### 1.2. Метод SAFT

SAFT - эхо-метод, основан на создании сфокусированного акустического поля в заданных областях контроля путем сканирования многоэлементной АР и когерентной обработки принятых сигналов [1]. Используется АР, излучающая поочередно каждым элементом. Отраженный сигнал принимается всеми элементами. Из полученных данных формируется матрица из А-сканов (рис.2).

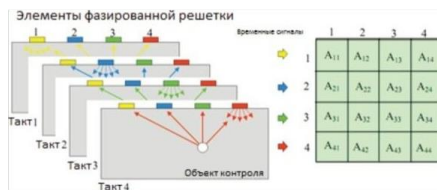


Рис. 2. Сканирование методом SPA и матрица данных для 4-х элементного датчика

Когерентная обработка происходит путем сложения цифровых значений амплитуд, которые находятся в полученной матрице данных:

$$A_{xy} = \sum_i \sum_j A_{ij}(\phi)$$

где  $i$ -номер излучателя;  
 $j$ -номер приемника.

При известном расстоянии до локальной области сканирования, сможем найти временную точку на А-скане, из которой будем производить измерения. Для каждого А-скана точка будет своя.

$$t = L/c,$$

где  $L$ -расстояние от локальной области контроля до пьезопреобразователя, м;

$c$  – скорость распространения ультразвука в среде, м/с;

Таким образом, программным путем реализуется задержка. Чтобы узнать, в какой ячейке матрицы находится нужная нам информация:

$$t/\Delta t = N,$$

где  $t$ -временная точка на А-скане, с;

$\Delta t$ -время работы АЦП, с;

$N$ - номер ячейки.

Преимущества SAFT метода (по сравнению с методом фазированной решетки):

1)Точность намного выше, чем при применении метода ФР

Недостатки:

1)длительная обработка

2)большие объемы передаваемых данных

Для уменьшения времени обработки полученной информации используется программируемая логическая интегральная микросхема (ПЛИС), которая позволяет обрабатывать процессы параллельно. ПЛИС— электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем [2]. Логика работы ПЛИС задаётся посредством программирования. Несмотря на преимущества, возникает проблема с взаимодействием параллельных вычислений и алгоритма управления системой. Решение – использование виртуальных микропроцессорных ядер NIOS II, синтезированных на ПЛИС в форме арифметико-логического устройства, выполняющего написанный алгоритм. Для подтверждения

правильности работы алгоритма были проведены исследования с помощью программной среды Mathlab.

### **Проведение испытания алгоритма SAFT в среде Mathlab**

Для проведения испытания был смоделирован дефект при идеальных условиях в среде Mathlab

При проведении испытания было построено следующее изображение дефекта (рис. 3).

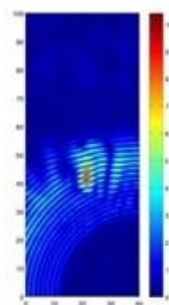


Рис. 3. Изображение расположения дефекта, созданного в среде Mathlab

Из рисунков 3 и 4 видно, что изображение смоделированного дефекта построено верно, следовательно, написанный алгоритм работает корректно. Далее были проведены испытания алгоритма SAFT с использованием реальных данных (рис. 4).

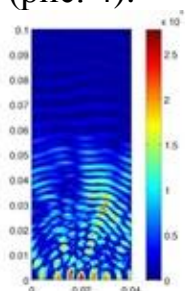


Рис. 4. Изображение расположения дефекта на основе реальных данных в среде Mathlab

### **Заключение**

УЗИ находят применение не только в промышленной электронике, но и в медицине. Повышение точности ввиду увеличения скорости работы системы позволит выявлять заболевания на ранних стадиях, что увеличит процент полностью излечиваемых людей.

### **Список информационных источников**

1) Буй Ван Донг. Исследование разрешающей способности системы по методу SAFT/ XIX Международная научно-практическая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ», секция 2: Приборостроение.

2) Попов А.Ю. Проектирование цифровых устройств с использованием ПЛИС: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 80 с.

## **МЕТОД ОБРАБОТКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛА ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ**

*Асочаков А.С., Шульгина Ю.В.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Солдатов А.И., д.т.н., профессор кафедры  
промышленной и медицинской электроники*

В настоящее время ультразвуковой неразрушающий контроль приобрел новый виток в своем развитии. Благодаря применению антенных решеток появилась возможность осуществлять 3D визуализацию контролируемых материалов и объектов с высокой скоростью сканирования в реальном масштабе времени.

Самым распространённым методом формирования синтезированной фокусированной апертуры является метод SAFT (Synthetic aperture focusing technique) [1] - эхо-метод, основанный на создании сфокусированного акустического поля в заданных областях объекта контроля путем электронного сканирования его преобразователем с широкой диаграммой направленности и когерентной обработки принятых сигналов. В алгоритме SAFT используются данные об амплитуде эхо-сигналов и времени их прихода в каждую точку приемной апертуры. Разрешение изображений, полученных с применением алгоритма SAFT – высокое, порядка длины волны  $\lambda$  для поперечного и продольного разрешения, однако недостатком рассмотренного алгоритма является значительное время получения изображений.

В последнее время для решения многих задач неразрушающего контроля стал активно применяться метод тактированной фазированной решетки или SPA (Sampling phased array) [2], разработанный во Фраунгоферовском институте неразрушающих методов контроля (Германия). Суть этого метода заключается в поочередном возбуждении элементов антенной решетки и параллельном приеме всеми элементами отраженных сигналов. Принятые ультразвуковые сигналы для каждого преобразователя решетки с каждой позиции сохраняются и служат исходными данными для 2D и 3D визуализации объекта контроля.

Таким образом, даже после однократного цикла приема-передачи могут быть реализованы все углы распространения ультразвуковых сигналов на всю глубину прозвучивания. Поскольку управление звуковым